



(6)

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 198 22 846 C 2

51 Int. Cl. 7:  
F 21 V 5/04  
F 21 V 13/02  
G 03 B 15/02

21 Aktenzeichen: 198 22 846.5-33  
22 Anmeldetag: 22. 5. 1998  
43 Offenlegungstag: 2. 12. 1999  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 8. 6. 2000

DE 198 22 846 C 2

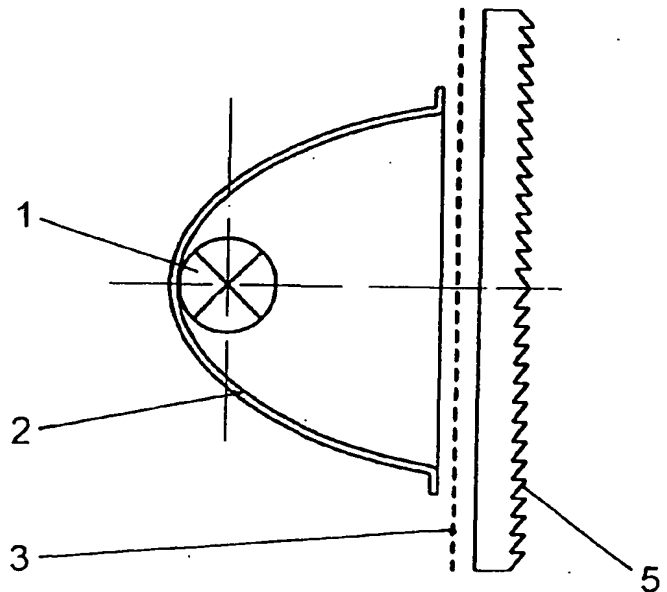
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Metz-Werke GmbH & Co KG, 90513 Zirndorf, DE  
  
74 Vertreter:  
Kleinspehn, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 90455  
Nürnberg

72 Erfinder:  
Treiber, Hanskarl, Prof. Dr., 90607 Rückersdorf, DE  
  
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 32 44 869 C2  
DE-AS 10 34 116  
H. Naumann/G. Schröder: Bauelemente der Optik,  
4. Aufl., Carl Hanser Verlag München Wien,  
1983, S. 150;  
Zeitschrift "Phys. Bl. 47(1991)Nr.10, S.901-906;

54 Optisches System mit mehreren optischen Elementen für eine Beleuchtungsanordnung mit veränderbarer Lichtstärkeverteilung

57 Optisches System mit mehreren optischen Elementen für eine Beleuchtungsanordnung mit veränderbarer Lichtstärkeverteilung, bei dem der Strahlengang des von einer Lichtquelle (1) abgestrahlten Lichts über wenigstens ein in Form von auf seiner Oberfläche verteilten Strukturen ausgebildetes optisches Element (3) verläuft, dadurch gekennzeichnet, daß die Strukturen des optischen Elements (3) als Mikrostrukturen ausgebildet sind, deren optischen Daten als Funktion ihrer Ortskoordinaten in Abhängigkeit von der angestrebten Lichtstärkeverteilung variieren.



DE 198 22 846 C 2

Die Erfindung betrifft ein optisches System mit mehreren optischen Elementen für eine Beleuchtungsanordnung mit veränderbarer Lichtstärkeverteilung, bei dem der Strahlengang des von einer Lichtquelle abgestrahlten Lichts über wenigstens ein in Form von auf seiner Oberfläche verteilten Strukturen ausgebildetes optisches Element verläuft.

Aus der DE-AS 10 34 116 ist ein derartiges optisches System bekannt, das insbesondere als Operationsleuchte verwendet wird und zur Abbildung einer Lichtquelle an einem Bildort dient, bei dem in dem Strahlengang außer einem Hohlspiegel wenigstens ein in Form von über seine Oberfläche verteilten Strukturen ausgebildetes optisches Element angeordnet ist, dessen Strukturen aus Elementarlinsen mit einem Durchmesser von je etwa 2 cm bis 10 cm bestehen, die in Form eines Linsenrasters angeordnet sind.

Mit diesem bekannten optischen System läßt sich ein relativ kleiner Bereich, nämlich der Operationsbereich, der kleiner als der Durchmesser der Operationsleuchte ist, gut ausleuchten. Dieses System eignet sich aber nicht dafür, wie es beispielsweise für die Blitzlichtphotographie benötigt wird, eine Fläche möglichst gleichmäßig zu beleuchten, deren Durchmesser etwa 50 mal so groß ist wie die Lichtaustrittsfläche des optischen Systems, nämlich des Blitzlichtgerätes. Außerdem lassen sich mit dem bekannten System nur kreisrunde Flächen ausleuchten, nicht dagegen rechteckige Flächen, wie es bei der Blitzlichtphotographie benötigt wird.

Aus der DE 32 44 869 C2 ist beispielsweise ein solches photographisches Blitzlichtgerät bekannt, das einen modifizierten Parabolreflektor aufweist, in dem eine Blitzlichtröhre untergebracht ist und der an seiner Lichtaustrittsöffnung durch eine Abdeckplatte aus transparentem Kunststoffmaterial mit einer integral geformten Fresnel-Linse abgedeckt ist, um die räumliche Verteilung des von dem Blitzlichtgerät abgestrahlten Lichts zu steuern. Dieses bekannte Blitzlichtgerät hat jedoch den Nachteil, daß die gewünschte gleichmäßige Ausleuchtung der zu photographierenden Szene nicht erreicht werden kann. Es ergibt sich mehr ein ovales beleuchtetes Bildfeld, weil die Blitzlichtröhre keine punktförmige, rotationssymmetrische Lichtquelle ist, sondern, im Vergleich zu Reflektor und Abdeckplatte, eine relativ große lichtabstrahlende Oberfläche aufweist.

In der Zeitschrift "Phys. Bl. 47 (1991) Nr. 10" ist auf den Seiten 901 bis 906 ein Aufsatz über das Thema "Diffraktive Optik: Mikrostrukturen als optische Elemente" erschienen, aus dem bekannt ist, daß die Beugungserscheinungen des Lichts an mikroskopisch fein strukturierten Oberflächen dazu ausgenutzt werden können, um besonders elegante oder neuartige, mit den Mitteln der refraktiven Optik nicht realisierbare Systeme aufzubauen. Der Einsatzbereich der diffraktiven Optik reicht vom rein wissenschaftlichen Gebrauch in Spektrometern über technische Anwendungen für die optische Kommunikation bis hin zu Gegenständen für den Alltag, wie zum Beispiel Hologramme auf Kreditkarten. Diesem Aufsatz sind jedoch keine Hinweise zu entnehmen, wie beispielsweise ein zu photographierender Gegenstand oder ein beliebiges Szenarium unter Ausnutzung der Beugungserscheinungen des Lichts an mikroskopisch fein strukturierten Oberflächen mit einer gewünschten Lichtstärkeverteilung beleuchtet werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein optisches System der eingangs erwähnten Art zu schaffen, mit dem das Licht einer Lichtquelle bei gleichzeitiger Erhöhung des Beleuchtungswirkungsgrades mit einer gewünschten Verteilung auf einen zu beleuchtenden Gegenstand oder ein auszu-leuchtendes Szenarium gestrahlt wird, insbesondere mit ei-

ner gleichmäßigen Verteilung innerhalb eines rechteckigen, von der photographischen Kamera erfaßten Bereichs, wobei außerhalb dieses Bereichs vollständige Dunkelheit herrschen soll.

Diese Aufgabe wird gemäß Anspruch 1 dadurch gelöst, daß die Strukturen des optischen Elements als Mikrostrukturen ausgebildet sind, deren optischen Daten als Funktion ihrer Ortskoordinaten in Abhängigkeit von der angestrebten Lichtstärkeverteilung variieren.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist das Mikrostrukturen aufweisende optische Element als diffraktives optisches Element ausgebildet, dessen Mikrostrukturen vorzugsweise eine Größe unterhalb von 10 µm haben.

Nach einer anderen Weiterbildung der Erfindung ist das Mikrostrukturen aufweisende optische Element als Mikrolinsenfeld ausgebildet, dessen Linsen vorzugsweise einen Durchmesser unterhalb von 100 µm haben.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß im Strahlengang der Lichtquelle mehrere, unterschiedliche Mikrostrukturen aufweisende optische Elemente anordenbar sind.

Ferner ist vorgesehen, daß im Strahlengang der Lichtquelle zusätzlich eine Fresnel-Linse angeordnet ist, die vorzugsweise mit dem Mikrostrukturen aufweisenden optischen Element zu einem gemeinsamen optischen Element kombiniert ist, wobei das gemeinsame optische Element gegen ein solches mit anderen Mikrostrukturen aufweisenden optischen Elementen austauschbar ist.

Nach einer weiteren Fortbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß das von der Lichtquelle abgestrahlte Licht, zumindest teilweise, auf dem Umweg über einen Reflektor zu den anderen optischen Elementen gelangt, wobei der Reflektor als Zoomreflektor ausgebildet ist.

Eine besondere Variante sieht die Verwendung des vorstehend beschriebenen Optischen Systems in einem Beleuchtungsgerät für definierte Lichtstärke- und Lichtfeldverteilung vor.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß bei einer Kombination eines diffraktiven optischen Elements mit einem Mikrolinsenfeld das diffraktive optische Element in insbesondere zwei verschachtelte Streifensysteme unterteilt ist, wobei die Breite der einzelnen Streifen etwa dem halben Durchmesser der Linsen des Mikrolinsenfeldes entspricht, daß die Struktur der Streifen mit ungerader Ordnungszahl von der Struktur der Streifen mit gerader Ordnungszahl abweicht und daß das diffraktive optische Element und das Mikrolinsenfeld um etwa eine Breite der Streifen in der Richtung ihrer Längsausdehnung derart gegeneinander verschiebbar sind, daß die von den Linsen des Mikrolinsenfeldes gebündelten Lichtstrahlen in der einen Endstellung die Streifen mit ungerader Ordnungszahl und in der anderen Endstellung die Streifen mit gerader Ordnungszahl durchlaufen.

Diese Weiterbildung der Erfindung findet beispielsweise Verwendung in einem Fahrzeugscheinwerfer zum Umschalten von Fernlicht auf Abblendlicht und umgekehrt. Es sind aber auch andere Verwendungen denkbar, beispielsweise für umschaltbare Effektbeleuchtungen bei Tanz-, Musik- und Fernsehveranstaltungen.

Um bei derartigen Effektbeleuchtungen auf eine größere Zahl von Mustern umschalten zu können, ist es zweckmäßig, daß das diffraktive optische Element in n verschachtelte Streifensysteme unterteilt ist, wobei die Breite der einzelnen Streifen etwa 1/n des Durchmessers der Linsen des Mikrolinsenfeldes entspricht, daß die Struktur der Streifen mit einer der Ordnungszahlen 1, 2, ..., n von der Struktur der Streifen mit jeweils anderer Ordnungszahl abweicht und daß das diffraktive optische Element und das Mikrolinsenfeld in n

Schritten von je etwa einer Breite der Streifen in der Richtung ihrer Längsausdehnung derart gegeneinander verschiebbar sind, daß die von den Linsen des Mikrolinsenfeldes gebündelten Lichtstrahlen in jeder möglichen Stellung die Streifen mit der jeweils zugehörigen Ordnungszahl durchlaufen.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß das Licht einer Lichtquelle mit jeder gewünschten Verteilung auf einen zu beleuchtenden Gegenstand oder ein auszuleuchtendes Szenarium gestrahlt werden kann, beispielsweise mit einer gleichmäßigen Verteilung innerhalb eines rechteckigen, von einer Kamera erfaßten Bereichs. Gleichzeitig wird im Vergleich zu den bekannten optischen Systemen ein höherer Beleuchtungswirkungsgrad erzielt, indem das gesamte von der Lichtquelle abgestrahlte Licht in dem gewünschten Bereich ankommt, während es außerhalb dieses Bereichs vollständig dunkel bleibt. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Umschaltung vom Abblendlicht auf Fernlicht in einem Kraftfahrzeugscheinwerfer auf einfache Weise möglich ist oder daß, beispielsweise für "Effektaufnahmen", eine ausgefallene, umschaltbare Lichtverteilung ausgewählt werden kann.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 einen Querschnitt durch ein Reflektorgehäuse eines Scheinwerfers, insbesondere eines Blitzlichtgerätes, mit vorgeseztem optischen System gemäß der Erfindung,

Fig. 2 einen Querschnitt durch ein solches Reflektorgehäuse, das zusammen mit dem vorgesezten optischen System als Zoomreflektor ausgeführt ist, und

Fig. 3 einen Querschnitt durch ein Reflektorgehäuse, das zusammen mit einem anderen vorgesezten optischen System eine Umschaltung auf zwei verschiedene Lichtverteilungen ermöglicht, beispielsweise die Umschaltung von Abblendlicht auf Fernlicht bei einem Kraftfahrzeugscheinwerfer.

In Fig. 1 wird das von einer Lichtquelle 1 abgestrahlte Licht von einem Reflektor 2, der eine modifizierte Parabelform aufweist, gebündelt und verläßt die Reflektoröffnung, um ein Mikrostrukturen aufweisendes optisches Element 3 und danach eine Fresnel-Linse 5 zu durchlaufen. Das optische Element 3 weist Mikrostrukturen auf, die aufgrund einer vorgegebenen Form der räumlichen Verteilung des Lichts berechnet worden sind. Es kann aus einem diffraktiven optischen Element 3a oder aus einem Mikrolinsenfeld 3b bestehen, die in Fig. 3 vergrößert dargestellt sind.

Durch diese Strukturen ist es beispielsweise möglich, die von einem Blitzlichtgerät ausgeleuchtete Szene innerhalb des von der Kamera aufzunehmenden Szenenabschnitts gleichmäßig zu beleuchten, so daß sehr natürliche Bilder ohne Helligkeitsabfall zum Rand hin hergestellt werden können.

In Fig. 2 ist der Reflektor 2 als Zoomreflektor ausgebildet, mit dem unterschiedliche Entfernungen zwischen der Lichtquelle 1 und der zu beleuchtenden Szene ausgeglichen werden können.

In Fig. 3 ist ein optisches System zur Formung der räumlichen Verteilung des von einer Lichtquelle abgestrahlten Lichts dargestellt, bei dem das von der Lichtquelle 1 abgestrahlte Licht ein Mikrolinsenfeld 3b, ein diffraktives optisches Element 3a und anschließend eine Fresnel-Linse 5 durchläuft, wobei das Mikrolinsenfeld 3b und das diffraktive optische Element 3a aufgrund einer vorgegebenen Form der räumlichen Verteilung des Lichts berechnete Mikrostrukturen aufweisen. Wie die Ausschnittvergrößerungen in Fig. 3 zeigen, ist das diffraktive optische Element 3a in Streifen a und b unterteilt, deren Breite etwa dem halben

Durchmesser der Linsen des Mikrolinsenfeldes 3b entspricht, wobei die Struktur der Streifen a mit ungerader Ordnungszahl von der Struktur der Streifen b mit gerader Ordnungszahl abweicht. Das diffraktive optische Element 3a und das Mikrolinsenfeld 3b sind um etwa eine Breite der Streifen a und b in der Richtung 7 ihrer Längsausdehnung derart gegeneinander verschiebbar, daß die von den Linsen des Mikrolinsenfeldes 3b gebündelten Lichtstrahlen 4 in der einen Endstellung die Streifen a mit ungerader Ordnungszahl und in der anderen Endstellung die Streifen b mit gerader Ordnungszahl durchlaufen.

Dieses optische System nach Fig. 3 ist bestens zum Umschalten von Fernlicht auf Abblendlicht und umgekehrt in einem Kraftfahrzeugscheinwerfer geeignet. Es kann auch für umschaltbare Effektbeleuchtungen, beispielsweise bei Tanz-, Musik- und Fernsehveranstaltungen, verwendet werden. In diesem Fall ist es zweckmäßig, anstelle der zwei Streifensysteme eine größere Zahl solcher verschachtelter Streifensysteme anzuordnen, um eine entsprechende Zahl von Mustern zu realisieren.

#### Patentansprüche

1. Optisches System mit mehreren optischen Elementen für eine Beleuchtungsanordnung mit veränderbarer Lichtstärkeverteilung, bei dem der Strahlengang des von einer Lichtquelle (1) abgestrahlten Lichts über wenigstens ein in Form von auf seiner Oberfläche verteilten Strukturen ausgebildetes optisches Element (3) verläuft, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Strukturen des optischen Elements (3) als Mikrostrukturen ausgebildet sind, deren optischen Daten als Funktion ihrer Ortskoordinaten in Abhängigkeit von der angestrebten Lichtstärkeverteilung variieren.
2. Optisches System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Mikrostrukturen aufweisende optische Element (3) als diffraktives optisches Element (3a) ausgebildet ist, dessen Mikrostrukturen vorzugsweise eine Größe unterhalb von 10 µm haben.
3. Optisches System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Mikrostrukturen aufweisende optische Element (3) als Mikrolinsenfeld (3b) ausgebildet ist, dessen Linsen vorzugsweise einen Durchmesser unterhalb von 100 µm haben.
4. Optisches System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang der Lichtquelle (1) mehrere, unterschiedliche Mikrostrukturen aufweisende optische Elemente (3) anordenbar sind.
5. Optisches System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang der Lichtquelle (1) zusätzlich eine Fresnel-Linse (5) angeordnet ist, die vorzugsweise mit dem Mikrostrukturen aufweisenden optischen Element (3) zu einem gemeinsamen optischen Element kombiniert ist.
6. Optisches System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das gemeinsame optische Element gegen ein solches mit andere Mikrostrukturen aufweisenden optischen Elementen (3) austauschbar ist.
7. Optisches System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das von der Lichtquelle (1) abgestrahlte Licht, zumindest teilweise, auf dem Umweg über einen Reflektor (2) zu den anderen optischen Elementen (3, 5) gelangt.
8. Optisches System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor (2) als Zoomreflektor ausgebildet ist.
9. Verwendung des Optischen Systems nach einem der

Ansprüche 1 bis 8 in einem Beleuchtungsgerät für definierte Lichtstärke- und Lichtfeldverteilung.

10. Optisches System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Kombination eines diffraktiven optischen Elements (3a) mit einem Mikrolinsenfeld (3b) das diffraktive optische Element (3a) in insbesondere zwei verschachtelte Streifensysteme unterteilt ist, wobei die Breite der einzelnen Streifen (a, b) etwa dem halben Durchmesser der Linsen des Mikrolinsenfeldes (3b) entspricht, daß die Struktur der Streifen (a) mit ungerader Ordnungszahl von der Struktur der Streifen (b) mit gerader Ordnungszahl abweicht und daß das diffraktive optische Element (3a) und das Mikrolinsenfeld (3b) um etwa eine Breite der Streifen (a, b) in der Richtung (7) ihrer Längsausdehnung derart gegeneinander verschiebbar sind, daß die von den Linsen des Mikrolinsenfeldes (3b) gebündelten Lichtstrahlen (4) in der einen Endstellung die Streifen (a) mit ungerader Ordnungszahl und in der anderen Endstellung die Streifen (b) mit gerader Ordnungszahl durchlaufen.

11. Optisches System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Kombination eines diffraktiven optischen Elements (3a) mit einem Mikrolinsenfeld (3b) das diffraktive optische Element (3a) in n verschachtelte Streifensysteme unterteilt ist, wobei die Breite der einzelnen Streifen etwa  $1/n$  des Durchmessers der Linsen des Mikrolinsenfeldes (3b) entspricht, daß die Struktur der Streifen mit einer der Ordnungszahlen 1, 2, ..., n von der Struktur der Streifen mit jeweils anderer Ordnungszahl abweicht und daß das diffraktive optische Element (3a) und das Mikrolinsenfeld (3b) in n Schritten von je etwa einer Breite der Streifen in der Richtung (7) ihrer Längsausdehnung derart gegeneinander verschiebbar sind, daß die von den Linsen des Mikrolinsenfeldes (3b) gebündelten Lichtstrahlen (4) in jeder möglichen Stellung die Streifen mit der jeweils zugehörigen Ordnungszahl durchlaufen.

12. Verwendung eines Optischen Systems nach Anspruch 10 in einem Fahrzeugscheinwerfer zum Umschalten von Fernlicht auf Abblendlicht und umgekehrt.

13. Verwendung eines Optischen Systems nach einem der Ansprüche 10 oder 11 für umschaltbare Effektbeleuchtungen, beispielsweise bei Tanz-, Musik- und Fernsehveranstaltungen.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

FIG. 1

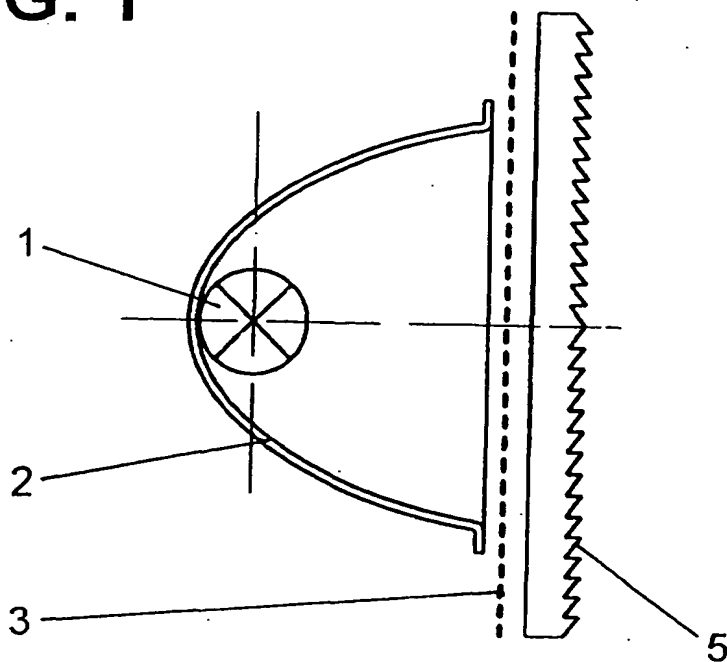


FIG. 2

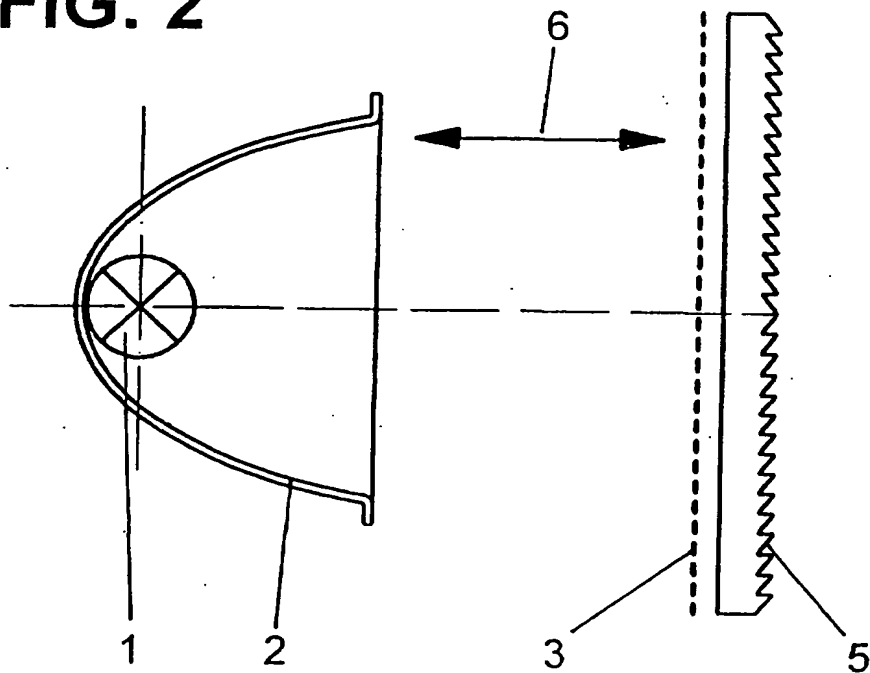


FIG. 3

